彩色海芋

岩綿養液栽培生產技術之研發

◎圖/文　農試所農化系　張庚鵬

本所新研發一套彩色海芋岩綿養液栽培技術，在環控與養液系統自動化設施下，參酌彩色海芋實際生育期(苗期、蓄球期、切花生產期等)、氣候(光照、溫度)等影響因子，適度調整養液組成要素，可縮短養球時間並生產高產、高品質之切花。

彩色海芋

一代種球之養液及切花生產系統

自動化岩綿養液栽培組培苗

ISSN 1017-0863
9 771017 086004
GPN: 2007900008
定價：NT$20元

ISSN 1017-0863

技術服務

● 轉基因作物的安全性分析
● 與生態環境共榮之基因轉殖策略
● 進口仙草乾草之品質分析
● 色、香、味俱全之臺農七十一號(益全香米)
● 溫室設施之覆蓋資材的種類與特性(上)

46
90年6月出刊

發行單位：行政院農業委員會農業試驗所

<農業新知>
01 轉基因作物的安全性分析 —— 陳烈夫　呂秀英　呂椿棠　魏夢麗

<生物技術>
08 與生態環境共榮之基因轉殖策略 —— 夏奇鈮　王強生

<特用作物>
12 進口仙草乾草之品質分析 —— 胡敏夫　羅淑卿　劉新裕

<農藝作物>
14 色、香、味俱全之臺農七十一號(益全香米) —— 賴明信　李長沛　曾清山　黃惠娟　郭益全　陳治官

<農業工程>
20 溫室設施之覆蓋資材的種類與特性(上) —— 蔡金川　黃禮棟　漆匡時　姚銘輝

<植物生理>
25 利用葉綠素含量估測田間水稻生長之可行性 —— 楊純明　李裕娟

<園藝作物>
28 菜豆遺傳資源 —— 楊偉正　蕭吉雄

封面說明：

改良式溫網室栽培設施：為單頂連棟塑膠布設施，裝有自動觀測氣象儀器，通風、照明良好，具防風雨害功能，夏天能降溫，冬天（裝有黑紗網遮蔭設備）可保溫，整年可栽培葉菜類蔬菜。

◎圖／文　農試所農工系
蔡金川、漆匡時、姚銘輝

出 版 者／行政院農業委員會農業試驗所
發 行 人／林俊義
總 編 輯／陳炳輝
執行編輯／楊舜臣、陳盈佑
地　　址／台中縣霧峰鄉萬豐村中正路189號
網　　址／http://www.tari.gov.tw
電　　話／(04)23302301
展售書局／
三民書局／台北市重慶南路一段62號　(02)23617511
正中書局／台北市衡陽街20號　(02)23821394
五南文化廣場／台中市中山路2號　(04)22260330
新建圖書廣場／彰化市光復路177號　(04)7252792
青年書局／高雄市青年一路141號　(07)3324910
承 印 者／榮裕實業股份有限公司
台中市南區大慶街二段20號
電話：(04)22624469・22618008
定　　價／NT 20 元
行政院新聞局出版事業登記證局版臺省誌字第8276號
中華郵政中台字第0759號執照登記為雜誌交寄
GPN: 2007900008
ISSN: 1017-0863　　NT$20

轉基因作物的安全性分析

◎農試所農場室　陳烈夫
農藝系　呂秀英、呂椿棠、魏夢麗

一、前　言

近年來，生化科學及生化技術已經超越生物學、醫學、藥學等傳統學問的架構，發展可謂日新月異。而人類自古以來即致力於作物品種的改良並進行動物的人工交配等相關研究，同時亦早已擁有製造酒、起司、味噌的發酵技術。因此生化技術的發展歷史可說是相當久遠，而包括基因操作技術等生化科學的急速進步，也使醫療、糧食生產產生很大的變化。自1983年首例菸草轉基因作物（GMC, Genetically Modified Crops）建構成功以來，至1993年 Calgene 公司研創以延熟保鮮轉基因蕃茄在美國批准上市，開創了轉基因作物商業應用之先河。1997年初，美國已批准的轉基因作物田間試驗達2,584件，批准17件轉基因植物商業化釋放。直至1998年全球轉基因作物的種植面積達到2,780萬公頃，預計至2006年銷售額可達340億美元。迄今美國已批准50種轉基因作物產品商業化，四分之一的耕地種植的是轉基因作物，其中轉基因抗除草劑大豆佔美國大豆總面積的55%，抗蟲棉佔棉田總面積約50%，轉基因玉米佔玉米總面積的30%，美國市場上已有近4,000種食品來自於遺傳工程體系，無可置疑地轉基因農業的新時代已經來臨。但隨著轉基因作物環境釋放種類增多、規模增大，轉基因作物對環境所產生之影響，尤其是在環境和商業釋放後，是否會變成不可控制的安全問題，成爲近年來人們關注的焦點。由於此一科學新領域與科技、生化、醫藥、農學、健康等皆有相關，但一般社會大衆的直覺卻往往認爲是高深、陌生而難以親近瞭解，故本文試圖以較口語化、生活化的方式把艱深難懂的基因科學理論化爲簡單的文字敘述，並就最近國際上對轉基因作物安全性的爭論情形作一完整、詳細的討論及分析。

作者：陳助理烈夫
聯絡電話：04-23302301轉751

二、何謂轉基因作物

所謂基因工程（gene engineering, 或稱基因操作 gene manipulation）就是用人工方法把其他非同種生物的遺傳物質（基因）分離出來，在體外藉由限制酵素（restriction enzyme）進行基因剪接與基因構築，建構一個基因載體（vector）；載體中通常含有啓動子（promoter）、基因終止訊息之終結子

（terminator）、基因本體及報導基因作爲載體的基本架構，然後按照人們的意願重新組合成重組體，再將重組體利用基因轉殖方法放回到宿主細胞內大量複製（cloning），並使遺傳信息在新宿主細胞或個體中具有高效表現，最終獲得基因產物。基因轉殖方法有農桿菌介導法、基因槍法、微注射法、電融合法、脂質體轉化法、花粉管通道法，其中以農桿菌法及基因槍法最爲常用。這種人工創造新生物並給予生物以新功能的過程稱爲基因工程。簡單地說，基因工程技術就是「剪」、「貼」然後複製的過程。基因先從某種生物切下來，然後放到稱爲載體的中介DNA上，載體可以把這段DNA帶到其他生物(寄主)中，然後寄主不斷複製，載體也跟著複製。在理想的狀況下，每個寄主細胞都會接受新的基因，並且產生我們所需的蛋白質產物。這是在1970年代，由史丹佛大學的Paul Berg、Herbert Boyer，以及加州大學柏克萊分校的Stanley Cohen所共同發展出來的技術。

而轉基因作物就是藉由基因工程技術的應用，進行爲作物做「疫苗預防接種」之研究，產生不用農藥也不會有病蟲害、抗殺草劑、延緩成熟增加保存期限、預防自花授粉以製造優秀混種等各種機能的優良作物。這些經過基因改造的作物所製成的食品，也就是最近常聽到的新名詞—「基因改良食品」，即「嵌入有益的基因所培養出來的穀類、蔬菜」。

對人類提高農業產能的角度來看，這些被嵌入的基因是有益的，但人們其實最擔心的仍是轉基因作物的潛在風險，以及基因改良食品是否能安全地被食用？在全球民衆有知道眞相之基本理念下，並保障消費者選擇權，從而減少民衆對基因改造食品之恐慌，政府部門及研究機構實應詳加說明報導。

三、轉基因作物的潛在生態風險及環境安全性分析

80年代後期以來對於轉基因作物可能存在的生態風險不斷有實驗報導，簡單說明如下：

㈠轉基因作物釋放後在環境中成爲雜草的風險性

1.轉基因作物本身可能變爲雜草：某些植物由於導入了新的基因，而使它對親本或野生種有更強的生存競爭力。這類轉基因植物的釋放和擴散，因其過旺的生存力，會破壞自然界植物的多樣性，使其本身成爲雜草。

2.轉基因作物通過基因遷移可使野生近緣種變爲雜草：在條件適宜的情況下，作物與野生或親緣種間會通過花粉傳播發生基因交換。育種家很少考慮花粉從改良作物向栽培地附近野生種的移動，並藉由基因遷移可能將適應性的優點傳遞給野生親緣種，促使其「雜草化」。

3.轉基因植物（雜草）侵入新的生態區域：作物引入某些抗逆基因，使它擴張至原先不能生存的生態空間，或者這類轉基因作物將該基因擴散到雜草中，使雜草繁殖的範圍更大。

4.轉基因作物可能成爲自然界不存在的外來品種，若干年後可能對環境造成破壞：廣泛種植轉基因作物可能直接導致產生帶有植物適合性（fitness）性狀的雜草，造成對新農藥的需求。

結果証明轉基因作物與野生植物同樣可以與近緣種雜交產生雜種，即異型雜交（out cross）或遠緣雜交。作物性狀向野生種族群的逃逸並非杞人憂天，且這種逃逸現象確實存在於野生種族群中並可能正在發生。因此，必須對轉基因作物大規模商品化釋放後所可能導致的無法預測之花粉交換特性，以及隨後在野生種族群中轉基因性狀的發展加以重視。

爲使持續開發和大規模釋放轉基因作物之同時發生生態和經濟災難的風險降低，建議轉基因作物的隔離措施應當與田區內及其周圍的雜草防治措施相結合。防止轉基因作物之基因逃逸和傳播的方法有：

1.注意作物的隔離距離，在可能發生花粉交換的距離內清除作物的野生親緣種。同時採取某些措施，如在作物周圍設置某種設施，防止及減少花粉從實驗地流失，並在收穫後使用除草劑等，都能有效地減少逃逸的風險。

2.對栽培地區存在的作物與其親緣種的雜交性進行研究，重要的是評估產生雜種的適合性。瞭解作物與其野生種在分布上的重疊情況及其之間雜交的可能性，將有助於風險評估。實施風險評估時，應在栽培轉基因作物的地區內對每種作物逐一進行個案分析。這些分析資料將可爲政策制定者和田間實驗者提供必要之訊息，以認知轉基因存在的可能性和生態風險遷移的特性。

㈡抗除草劑特性

一些抗除草劑轉基因作物，可能通過花粉漂流將抗性基因轉至環境中可交配的野生植物群中，或者長期使用除草劑後，某些雜草發生了基因突變，而使其表現爲具有抗除草劑特性，成爲難以控制的雜草。特別是在同一地區推廣具有不同除草劑抗性的作物時，更應考慮其可能的風險性。這在某些雜交率較高的作物，如向日葵、草莓、油菜等尤其需要注意。

㈢轉基因作物的生態效應

1999年康乃爾大學Losey研究報導，在一種植物馬利筋葉片上撒上轉基因Bt玉米花粉後，一種稱之爲黑脈金（普累克西普）斑蝶的幼蟲對葉片就吃得少、長得慢、死得快，四天後幼蟲死亡率達44%，而對照組（餵飼不撒Bt玉米花粉的葉片）無一死亡。這結果引起對Bt作物是否會破壞生態環境的爭論。這是Bt作物對昆蟲族群影響的一個例子，事實上這並不意外，因爲Bt玉米中的殺蟲晶體蛋白Cry IA是特異地毒殺鱗翅目害蟲的，斑蝶屬鱗翅目昆蟲，自然會受到Bt蛋白的影響，這是實驗室進行試驗時必然會發生的結果，但未必就會反映到田間的情況。

㈣病毒發生異源重組或異源包裝的可能性

自然界處處存在著植物病毒的重組和異源包裝，包括DNA病毒和RNA病毒，都可改變病毒的寄主範圍，而因此可能產生新的超級病毒或新的病害。1988年烏干達嚴重流行一種新病毒，稱爲木薯花葉病毒烏干達變異株（UgV），病毒流行造成饑荒，經DNA序列分析表明爲病毒重組產生。至於異源包裝爲轉外殼蛋白（CP）基因的抗病毒植物，當有其他病毒侵染時，入侵病毒的核酸可能會被轉基因作物表現的外殼蛋白所包裝，從而改變病毒的寄主範圍。這在實驗室試驗中已獲得証據，但在田間試驗中尚未見有報導，還需作進一步研究追蹤其長遠效

應。據推測，即使在轉基因作物中發生病毒的異源包裝，該病毒在再次入侵非轉基因寄主時，也會因爲無法形成CP而消滅死亡。雖然如此，但這並不意味著在長期大規模生產應用中就不會發生病毒的重組和異源包裝。在長期生產中，病毒重組或異源包裝的眞正風險究竟有多大？這仍是今後安全性評估中應當考慮的重點問題之一。

㈤對非目標生物有傷害，對生物多樣性形成威脅

經實驗獲知，轉基因作物對土壤微生物區系的種類和數量沒有影響，且轉基因作物殘渣對後季作物的影響也不明顯，並且經嚴密監控實驗證實，某些抗病蟲害的轉基因作物，如轉Bt或幾丁質酵素基因的油菜、抗TMV的轉基因蕃茄、抗水稻條紋病毒水稻對昆蟲無影響。但不可否認地，若是由於轉基因作物的強韌生命力，減少了在同一環境內其他不同植物（雜草）的生存空間，對嗜好且倚賴這些植物的動物、昆蟲、微生物而言，恐怕將因缺少食物而走向族群滅亡。

四、轉基因作物作為食品的安全性問題及分析

1993年提出的實質等同性（substantial equivalence）原則，即生物技術產生的食品及食品成分是否與目前市場上銷售的食品具有實質等同性。轉基因食品的安全性評估主要包括：表型性狀、關鍵營養成份及抗營養因子、有無毒性物質、有無過敏性蛋白、抗生素抗性等標記基因的安全性。

㈠毒性分析

迄今已有100種以上新性狀被嵌入各種基因改造作物，且經由數千個田間試驗以及全球近2,780萬公頃轉基因作物的商業化，並沒有任何証據顯示出它有食品或環境安全上的問題。但這當然不表示說基因改造作物一點都不會有不可預見的負效應。因此仍然應該要對每一作物可能存在的這種負效應，逐個地作出科學的評估（個案分析原則）。

㈡過敏性分析

眞正的食物過敏是由IgE（免疫球蛋白E）所介導，而過敏食物可區分爲常見及不常見兩大類。國際糧食農業組織（FAO）於1995年發表八類過敏食物爲常見過敏食物，約佔所有食物過敏的90%以上，它們是牛奶、雞蛋、魚、甲殼類（蝦、蟹、龍蝦）、花生、大豆、核果類（杏、板栗、腰果）及小麥；至於不常見過敏食物有160種，包括主要糧食、油菜籽、蔬菜作物以及一些加工食品如啤酒、巧克力等。轉基因作物做爲食品可能產生過敏性的情況有：

1.所轉基因編碼已知的過敏蛋白。
2.基因源含過敏蛋白。
3.轉入蛋白與已知過敏蛋白的氨基酸序列在免疫學上有明顯的同源性。
4.轉入的蛋白屬某類蛋白的成員而這類蛋白家族中的有些成員是過敏蛋白。

1996年Metcalfe等人以樹狀分析法分析遺傳改良食品的過敏性，該法主要在分析基因的來源、目標蛋白與已知過敏原的序列同源性、目標蛋白與已知過敏病人血清中的IgE能否發生免疫反應、以及目標蛋白的理化特性等，已爲很多生化科技公司所採用，可資參考。

㈢抗生素標記的安全性

細菌對抗生素越來越產生抗性，並非由於轉基因作物，而主要肇因於治療人畜疾病中濫用抗生素。轉基因作物在實驗室階段中經常要使用抗生素作爲抗性標記進行篩選，這是值得擔心的問題，不過目前已找到替代物，逐步淘汰對抗生素標記的使用已成爲共識。國際衛生組織（WHO）於1993年提出植物食品中標記基因的安全性評估應該符合以下原則：

1.標記基因的分子、化學和生物學特性。
2.標記基因的安全性應與其他基因一樣進行評估。
3.原則上某一標記基因的資料一旦累積，應可用於任何一種植物，且可用於與任何一種目的基因連接。

目前最關心的問題是標記基因有無直接毒性、有無基因水平轉移的可能性以及未能預料的基因多效性。

㈣對食物的偏好性

抗蟲、抗除草劑不是基因工程的唯一目標，目前基因工程只處於起步階段，長期目標爲培育抗逆、品質優良、高光能利用效率等的作物，提高營養成份、增加附加價值、再生能源等將是生物技術的第二代產物，屆時消費者在直接受益下，是否因此影響對食品的偏好性，導致非基因改造食品在市場上的排擠效應，仍是必須關注的課題之一。

五、如何看待及因應轉基因作物所引發的爭論

從本質上來說，轉基因作物和常規育成的品種是一樣的，兩者都是在原有品種的基礎上對其部分性狀進行修飾，或增加新性狀、或消除原來的不利性狀。有意識的雜交育種已有一百多年歷史，歷史上並不要求對常規育成的品種作系統的安全性評估，卻爲甚麼要對轉基因作物進行安全性分析？這是因爲常規有性雜交僅限於種內或近緣種間，而轉基因作物中的外源基因可來自植物、動物和微生物，人們對可能出現的新組合、新性狀會不會影響人類健康和生物環境還缺乏知識和經驗，按目前科學水準還不可能完全精確地預測一個外源基因在新的遺傳背景中會產生甚麼樣的相互作用。但從理論上來說，植物基因工程中所轉的基因是已知的有明確功能的基因，它與遠緣有性雜交中的高度隨機過程相比，其轉基因後果應當可以更精確地預測，在應用上也更加安全。

目前對基因改造作物及食品最大的兩極化爭論是，沒有科學證據顯示它絕對不安全，但也沒有科學證據證明它絕對安全。不過我們必須瞭解，任何人類活動、技術發明都有風險性，關鍵是要權衡其利弊（效益/風險）。轉基因作物並不比常規育成的品種更有風險，事實上更大的風險是一個國家刻意忽視這一強大技術可以解決日益增長的糧食需求的利用性及急迫性。國際觀察研究所預估30年後由於全球人口將突破一百億以上，但放眼全球，除了幾個農業先進國有生產效率極高的農業，大部分國家的農業生產仍停留在極原始且無效率的階段，若情況不變，人類將面臨糧食不足的嚴重危機，甚至引發戰爭。因此若不及時發展生化技術，人類將陷於飢餓與戰爭。事實上基因工程是一門要求極嚴格的技術，是在分子等級操作基因製造新的生物，而非於細胞等級之中，因此全力確保其安全性並慎重進行，是理所當然的。但一般人往往因爲不瞭解，懷有「基因重組＝怪物誕生」的非科學性膚淺幻想，於是聞基因操作而色變，甚至去責難研究本

身。但是由於大衆對生物科技和基因改造食物的疑慮漸增，科學家們也必須在埋首研究之餘開始重新思考這個問題。北卡羅來納大學病理學家庫克最近指出，科學界已經發覺，更嚴格的法令規範，可以降低大衆的疑慮。否則，他指出「我們可能失去這項科技」。

儘管近一年來國際上對轉基因作物的環境和食品安全性引發了一場爭論，但全球轉基因作物的總面積在1999年卻依然猛增到3,990萬公頃，比起1998年的2,780萬公頃增加了44%，這說明了全球轉基因作物的商業化勢不可擋，而且是不可逆轉的。因此我們應當抱持的正確態度是促進而不是限制植物基因工程的發展，但考慮到基因、轉基因作物種類及環境多樣性，則應該採取逐步改善及個案分析的原則。而由於基因工程研究是一個新領域，以目前的科學技術水準還難以完全準確地預測到轉基因在受體生物的遺傳背景中的全部表現，人們對於轉基因生物出現的新組合、新性狀及其潛在危險性還缺乏足夠的預見能力，必須採取一系列嚴格措施，對農業生物遺傳工程體從實驗研究到商品化生產，進行全程的安全性評估和監控管理，在上游做好品種的偵檢工作，在下游建立食品的標籤制度，如此才能在發展農業生物基因工程技術的同時，確保人類健康和生態環境的安全。

六、參考文獻

胡兆華。2000。人類發展的過去現在及未來農耕、文化、生態。第十二章之農作物改造的基因工程與自然生態、倫理。財團法人國立中興大學文教基金會出版社。

馮永騰。1988。植物細胞的基因轉移。13-21頁。刊載於「生物技術專題演講論文集（二）」（許麗卿、曾義雄、陳慶三編）。國科會生命科學研究推動中心專刊第十六集。行政院國家科學委員會。

曾義雄。1988。遺傳工程入門（第二版）。藝軒出版社。台灣。

賈士榮。1997。生物技術與食品安全性。生物技術通報 1:4-9。

賈士榮。1997。轉基因食品中標記基因的安全性評價。中國農業科學 30:1-15。

經部征夫。2000。惡魔的科學。新雨出版社。台灣。

葉錫東。1988。利用植物遺傳工程技術防治植物病毒病害之展望。177-186頁。刊載於「生物技術專題演講論文集（二）」（許麗卿、曾義雄、陳慶三編）。國科會生命科學研究推動中心專刊第十六集。行政院國家科學委員會。

蔣藍、郭宗德。1988。基因轉移於作物改良的應用及其展望。235-244頁。刊載於「生物技術專題演講論文集（二）」（許麗卿、曾義雄、陳慶三編）。國科會生命科學研究推動中心專刊第十六集。行政院國家科學委員會。

錢迎倩。1999。轉基因作物的利弊分析。生物技術通報 5:7-11。

蘇遠志。2000。國際基因轉殖產品相關法規之發展趨勢。1-38頁。刊載於「基因轉殖生物相關議題研討會論文集」。中華農業化學會。

Arias, D. M., and L. H. Rieseberg. 1994. Gene flow between cultivated and wild sunflowers. Theore. Appl. Gene. 89:655-660.

Dale, P.J. 1994. The impact of hybrids between genetically modified crop plants and their related species: general consideration. Molecular Ecology 3:31-36.

Doebley, J. 1990. Molecular evidence for gene flow among Zea species. BioScience 40:443-448.

Edward, E. D. 1997. Benefits of biotechnology. -- A United States case study. pp191-198. In: the 3rd JIRCAS symposium: the 4th international symposium on the biosafety results of field tests.

Ellstrand, N.C. and C.A. Hoffman. 1990. Hybridization as an avenue of escape for engineered genes. BioScience 40:438-442.

Glausiusz, J. 1998. The great gene escape. Discover 19:91-96.

Goy, P. A., and J. H. Duesing. 1996. Assessing the environmental impact of gene transfer to wild relatives. Bio/Tech. 14:39-40.

Mikkelsen T.R. 1996.The risk of crop trans gene spread. Nature 380:31.

OECD (Organization for Economic Cooperation and Development). 1993. Safety evaluation of foods produced by modern biotechnology: Concepts and prici ples. OECD, Paris.

Poppy, G. 2000. GM crops: environmental risks and non-target effects. Trends Plant. Sci. 5:4-6.

Schuler, T. H., R. P. J. Potting, I. Denholm and G. M. Poppy. 1999. Parasitod behavior and Bt plants. Nature 400:825-826.

Wu,M.T.2000. Development of genetically modified organisms and its regulation in Taiwan. pp1-9. In: Genetically modified organisms in agriculture-its implication for production and consumption in Taiwan and European Union. The 18th Joint Board Meeting of the Sino-German Association for Economic and Social Research. Council of Agriculture.

• 農業新知 •
轉基因作物・轉基因作物

與生態環境共榮之基因轉殖策略

◎農試所農藝系　夏奇鈮、王強生

二十世紀生物技術的發展改變了我們對既有生命個體界線的認知，調控生命的奧密也呼之欲出，物種間界線逐漸模糊，但不同物種間共存共榮的關係卻更加密不可分。生物技術不只在生命科學認知上翻開了嶄新的一頁，更在生物、醫學、農業應用上開啓了另一個新的紀元。然而，隨著生物技術廣泛的應用，大眾對於生技產品衍生出來的環境，乃至於社會問題也有愈來愈多的疑慮，科學家眞有能力扮演上帝的角色嗎？還是我們正走在一條看似坦蕩其實後退無路的單行道。現實的世界裡，科學家雖然執著於眞理的探尋，但對於超越人類現有知識的未知，比起一般普羅大眾有著更多的戒愼恐懼，只不過科學家不會因爲不可預知就躊躇不前，反而會透過更多試驗經由知識的累積不斷修正方向，嘗試藉著新科技爲人類帶來幸福而非製造更多的問題。隨著地球環境的日趨惡化，世界各國不管是已開發國家或開發中國家都形成了強烈的共識，那就是未來人類如果想要繼續生存，必須發展出一個不僅能與環境共存，更要與環境共榮的生活方式，生物技術如何能幫助我們達成這個目標呢？大眾媒體常以出瓶精靈（the genie is out of bottle）形容目前的生物技術，出了瓶的精靈對主人而言到底是福是禍呢？

科學家在研究的過程中不斷解決許多問題，同時也製造新的問題，在Daniell（1999）這篇 “Environmentally friendly approaches to genetic engineering.” 的報告中，他針對幾個目前大家關心的轉基因植物所衍生出來的問題及其改進的方向提出具體的解決方案。Daniell明白的指出，未來如果不能解決有關遺傳工程所衍生的環境問題，不但會限制生物技術所帶來之好處，同時也將限制生物技術未來眞正可以達到之最大潛力。以下即爲這篇文章部分內容之節錄。大眾普遍關切之轉基因植物問題主要有下列三個：

問題一、經由花粉的傳播將轉基因植物的外源基因散佈於其近親野生種，而產生所謂的超級野草。基因改造植物藉由花粉將外源基因傳播於附近之同種或野生種作物時有所聞，其中又以抗殺草劑基因的流散最被關切。以向日葵研究爲例，在28-38%野生種向日葵中已發現有轉殖植物所用之標誌基因，而在轉基因草莓田50公尺內生長之野生草莓有50%發現含有標誌基因。

問題二、目前育成之抗蟲轉基因植物皆爲大宗農藝作物，如玉米、大豆、棉花等，主要利用之基因爲蘇力菌蛋白毒素基因（Bt, *Bacillus thuringiensis*），帶有Bt基因之轉殖作物因可施用較少之殺蟲劑而被農民廣泛種植。大家都知道，一般作物在自然界中不只受到一種昆蟲的危害，而不同種害蟲對Bt之毒性具有不同程度的抗性，因此僅依靠少數Bt基因將有可能引起非主要害蟲產生對Bt基因之抗性；此外大量的轉殖作物僅依賴少數同質性極高之抗蟲基因，可能因此加速昆蟲產生抗藥性。以轉基因棉花爲例，所轉入之基因爲Cry1Ac，主要針對之害蟲爲菸草蛾 (tobacco budworm)， 但次要之害蟲如行軍蟲 (armyworm) 及棉鈴蟲 (cotton bollworm) 也會受到影響，但因基因Cry1Ac（主要用於轉殖棉花）及 Cry1Ab（主要用於轉殖玉米） 其核酸序列相似性高達90%，因此更有可能加速害蟲產生抗藥性。

問題三、爲篩選轉殖植物而同時轉入之抗生素基因，雖然在轉殖植物篩選確定後即完成其階段性任務，然而其繼續存在生產的基因產品中，卻有可能會造成人們常用之口服抗生素失效，或有轉移至其他有害菌類中使其產生抗藥性之廣慮。

對於上述轉基因植物可能衍生的問題Daniell氏提出的解決之道如下，他認爲目前大部分基因轉殖皆以轉入標的植物之細胞核染色體爲主，但如果能將外源基因轉殖至葉綠體而非細胞核之染色體，則可因葉綠體爲母性遺傳（花粉中不具葉綠體），避免了花粉傳播外源基因之可能，尤其目前普遍使用之抗殺草劑基因，其作用之生化途徑就是發生於葉綠體中，如將抗殺草劑基因轉殖於葉綠體中更可因此提高基因表現之效率。以廣效性之殺草劑嘉磷塞（glyphosate）爲例，其作用主要是在競爭芳香族胺基酸合成途徑中之5-enol-pyruvyl shikimate-3-phosphate synthase (EPSPS) 酵素，因這項作用機制只發生於植物及微生物，因此不會對其他生物產生危害，此外glyphosate在土壤中分解迅速且移動性差，分解成天然物後對植物外之生物幾乎無害，可以說是一種相當環保的殺草劑，但其缺點爲缺乏選擇性及清楚之施用劑量。以菸草爲例，如將外源基因轉殖於葉綠體，每個菸草細胞約有5,000-10,000個葉綠體（卻只有一個細胞核），這也是爲什麼基因轉殖到葉綠體可以有更高基因表現率的原因。

爲減緩害蟲對Bt基因產生抗藥性，可以從多方面下手，如加強基因的表現、增加基

作者：夏副研究員奇鈮
聯絡電話：04-23302301轉141

因累加性（同時導入多種基因）及限定基因於特定組織中表現等。前面已經提過葉綠體轉殖提高基因表現的優點，組織表現的特異性則是葉綠體基因轉殖之另一項優點，花粉缺乏葉綠體可避免花粉污染的問題，抗蟲基因主要表現於害蟲所喜食之葉片，在植物體其他不具葉綠體之果實、花或根含量甚少或根本不表現，可降低基因產物短時間內對非主要害蟲及其他生物之影響。

葉綠體是植物進行光合作用之胞器，擁有自己獨立並具原核生物特性之遺傳物質。早期之葉綠體轉殖因需將完整之葉綠體分離出來，增加了轉殖困難度，然而應用特殊基因序列及載體之構築，配合普遍使用之基因鎗轉殖法，已可以讓葉綠體轉殖與一般細胞核之基因轉殖無異，大大增加了葉綠體轉殖之可行性。目前葉綠體轉殖已有利用篩選用基因（報導基因）在轉殖菸草中表現之實例，但有用基因的葉綠體轉殖實例目前只有抗蟲Cry2A基因之菸草，其抗蟲表現可達細胞核轉殖之抗蟲菸草的40,000倍，對蟲的致死性更高達100%。分析原因可歸納爲下列幾點：1. 葉綠體的原核生物特性，使來自原核生物之Cry2A基因有較佳之表現；2. 每個細胞含高拷貝（copy）基因數；3. 同屬於原核生物遺傳特性之葉綠體，可將多個基因置於同一操縱子 (operon) 控制下共同轉錄表現，有助於最後晶體蛋白表現之穩定性。

關於用來篩選轉殖植物常用之抗生素基因，美國食品藥物管理局(FDA) 研究指出，常用之kanamycin或neomycin因屬藥性較強之抗生素，一般很少會被用來口服，因此影響較少；且截至目前爲止之研究，尙未觀察到有任何基因可由植物轉至微生物之機制發生。雖然如此，不含抗生素基因之轉基因植物應該是較能被消費者接受的方式。避免使用抗生素基因可以有幾個替代方案，例如可以抗殺草劑基因代替抗生素基因，其優點除避免使用抗生素基因外，殺草劑基因本身即爲有用基因，如果合併利用葉綠體基因轉殖則其表現僅限於有葉綠素之綠色組織，可謂一舉數得；另外一種方式爲將篩選基因與有用基因分別構築於不同之轉殖載體，採用共同轉殖 (co-transformation) ，由於這兩個不同基因可能分別插入染色體之不同位置，因此可以利用傳統雜交後代分離方式，在第二代將這兩個不同基因分離，保留不具抗生素之轉基因植株；第三種方式是利用將非自主性轉位子（transposable elements）與抗生素基因共同轉入，於第二階段再將自主性轉位子（transposase gene）引入而活化非自主性轉位子後將抗生素基因移出。

葉綠體轉殖雖然有上述許多的優點，但其困難主要受限於我們對葉綠體中非功能性基因間隔區所知不多，因爲首先必須先根據這些非功能性基因序列設計轉殖用載體，使位於載體左右邊界序列中之基因，能夠經由左右邊界序列與葉綠體中現存之間隔區序列發生同源重組（homologous recombination）作用，進而將外源基因轉入特定位置，因此一個設計良好之載體將對轉殖有很大的幫助，也因爲轉殖載體序列的精確性，可將一般染色體組轉殖經常產生之逢機位置效應影響降至最低。除了構築轉殖載體之限制因子外，一般轉殖最常用之胚性細胞通常並非由葉肉細胞而來，因此往往僅含有原質體（proplastid）而非成熟之質體（plastid），這一點則對利用葉綠體基因轉殖形成再生植株有較不利之影響。此外另一個讓人擔心的問題是，葉綠體轉殖植物高度表現特定基因產物之特性，可能對作物生長及產量造成不利之影響，這一點在葉綠體轉殖菸草上並未發現，但進一步對於其他葉綠體轉殖農作物田間表現之觀察，將可以在這一方面更多之瞭解。

總而言之，葉綠體基因轉殖加強了許多生化途徑發生於葉綠體之基因表現，此外葉綠體基因轉殖主要之好處在於外源基因表現率的提高，一般細胞核染色體轉殖基因所生產之成分可粗分爲佔全部蛋白質含量0.001-0.01-1% 之間，但葉綠體轉殖所生產之基因產物卻可達總蛋白質之30%，主要原因就在於基因表達程度之差異。以植物爲生物工廠製造各種醫藥有用成分的觀念早已有之，可行性主要取決於基因在細胞內之表現程度，葉綠體基因轉殖的高蛋白質表現率，使這個植物工廠之構想具體化。此外葉綠體基因轉殖只在綠色細胞表現的特異性，亦可避免花粉細胞攜帶外源基因污染近緣植物的可能性。

來勢洶洶的生技產品可以說已是無所不在，加入WTO後貿易障礙漸除後，將有更多農產品叩關，一般大眾即使對轉基因作物心存抗拒，恐怕也防不勝防，政府除了儘量做好風險評估的把關工作及明令產品須正確標示外，相信經由轉殖方式及分子生物學的不斷進步，誠如本文所提供的各種替代方式，這些負面的問題將來皆能一一克服，未來轉基因作物之育成除了產品本身質與量的提昇外，一般大眾更可受惠於農藥、肥料的減少使用，使得生態環境污染逐漸降低，眞正達到農業永續之目的。

參考文獻

Daniell H. 1999. Environmentally friendly approaches to genetic engineering. In Vitro Cellular & Developmental Biology- Plant 35:361-368.

• 生物技術 •

進口仙草乾草之品質分析

◎農試所農藝系　胡敏夫、羅淑卿、劉新裕

仙草為國內傳統性本土化之特用作物，製成仙草茶及仙草凍亦為祖先早期所驗證留下，用於消暑解渴的保健食品。近年來隨著多樣化產品的開發及消費者對身體保健的重視，需求量逐年增加，於1999年1至7月份累計進口量就達74萬公斤，於是國內栽培面積由1997年185公頃減少至1998年155公頃，換言之，進口量搶走了幾近一半的國內全年需求量，其因經探討乃為進口貨價格偏低，次為國內生產成本過高，另一不確定信息，即相信進口商稱進口貨品質優於國產所使然。

其實，仙草的品質好壞除視外表乾燥之程度、有無發霉及是否帶雜質外，香氣與葉凝膠強度為最重要之指標。而凝膠強度之高低，依據楊啓春(1982)等報告指出，係受仙草葉本身全膠醣體含量高低，以及其組成分中之Fraction B與C含量所佔的比率有關。詳言之，Fraction B成分含量高時仙草凍的凝膠強度較好，Fraction C成分含量高，則仙草凍具光澤及彈性，不過，有這些條件外，在製作時應以適當的濃度及適量又採用較好品質的澱粉配製，才能鞏固凝膠結構。

為確保仙草在國內市場及讓產製業者與消費者瞭解，並喚起他們對國產品的信心，特派員前往員林附近加工廠取樣(圖一)，以本所新選育的仙草農試1號，經儲藏一年之材料為對照，從事蒸煮與成分分析，其結果發現進口品的凝膠強度僅60.8 g/cm²，低於農試1號10倍之多，究其原因乃左右葉凝膠強度之成分Fraction B及Fraction C偏低(表一)。另外，亦發現進口品帶有相當量之雜質，霉味甚重又毫無香味。

表一、仙草農試1號與進口品葉凝膠強度與全膠醣體含量及組成分之比較

品種	凝膠強度 (g/cm²)	全膠醣體 (mg/1g)	Fraction A (mg/1g)	Fraction B (mg/1g)	Fraction C (mg/1g)
農試1號	715.4a[z]	21.6a(100%)	3.2b(14.8%)	12.3a(56.9%)	6.1a(28.3%)
進口品	60.8b	16.8a(100%)	11.8a(70.2%)	1.9b(11.3%)	3.1b(18.5%)

[z]表中同列英文字母相同者表示未達5%顯著差異水準

作者：胡助理研究員敏夫
聯絡電話：04-23302301轉128

圖一、進口之仙草乾草倉儲情形

為進一步驗證這些組成分含量是否真正與凝膠強度相關，特進行相關係數之分析，發現全膠醣體、Fraction B及 Fraction C等成分含量確實與凝膠強度呈顯著的正相關，相關程度Fraction B >Faction C >全膠醣體，相反的，Fracton A 成分與凝膠強度呈顯著的負相關(表二)，此可佐證前人的研究結果。

由此，我們可瞭解民間製造業者，一向認為進口的仙草品質比國產品好是誤傳的，生產者大可放心，只要設法降低其生產成本，絕對有優勢與進口貨區隔。際此我國將加入世界貿易組織之關鍵時刻，為避免國產仙草業受到更大的衝擊，研究機構有責任將此信息傳達給大眾。

表二、影響仙草葉凝膠強度各成分之相關性分析

變　因	全膠醣體 (mg/1g)	Fraction A (mg/1g)	Fraction B (mg/1g)	Fraction C (mg/1g)
(凝膠強度(g/cm²)	0.90*	-0.96*	0.99*	0.96*

*表示達5%顯著性相關

色、香、味俱全

之臺農七十一號(益全香米)

◎農試所農藝系　賴明信、李長沛、曾清山
黃惠娟、郭益全、陳治官

一、前　言

稻米為國人主食，加上臺灣地處亞熱帶，雨水豐沛，高溫多濕，極適水稻之生長，故長久以來水稻就是臺灣最首要的糧食作物，而米食具多樣化，更為中華文化精髓之一。

隨著臺灣地區經濟條件之改善，國人對稻米之需求已由「吃得飽」轉為「吃得好」、「吃得巧」，而為因應此需求，良質米的產銷乃成為我國農政單位規劃農業施政的重點之一；另方面，隨著加入「世界貿易組織」(WTO)腳步接近，我國稻農可能遭受之衝擊益趨明顯，供需平衡的糧食政策及稻作產業對臺灣水資源涵養與國土保育之重要性，已成為稻米生產策略之思考焦點。

為了發展米食多元化，建立本地稻米品牌，提昇競爭力，確保國產稻米市場，以永續臺灣之稻米產業，本所乃設定香味、食味、外觀、產量及多重逆境忍受性為目標，積極進行高品質水稻品種選育，於民國八十一年選用日本良質米品種「絹光」為母本，本地品種「臺稉四號」為父本，以雜交育種譜系法培育、選拔分離世代，在民國八十四年成立品系「臺稉育62069號」，再經三年之初級、高級產量比較試驗及特性檢定後，於民國八十七年參加兩年七個地區之稉稻區域試驗及統一特性檢定，而在民國八十九年十月二十五日完成登記命名作業，依本所稻作育成品種傳統命名系統，命名為「臺農七十一號」；也為了紀念故郭益全博士領導育成本品種夙夜匪懈之貢獻，特由行政院農業委員會陳主任委員於民國八十九年十一月二十四日定名「益全香米」為其商業名稱。

作者：賴助理明信
聯絡電話：04-23302301轉102

二、親緣特性

「臺農七十一號」色、香、味俱全的優點都遺傳自它的雙親。「臺農七十一號」的母親是「絹光」，是日本北陸農業試驗場育成品種，源自日本最優良稻米—「越光」的血統，表現出米粒外觀及食味特優的特性，而且植株較越光矮，有效改善了「越光」稻稈容易倒伏的特性。父親是「臺稉四號」，是由花蓮區農業改良場培育，於1990年命名登記，是香米品種「臺農七十二號」的後代，具有普遍被國人喜愛的芋頭(Taro)香味，及稻株對葉稻熱病具有中等抗性是優點，缺點是米粒的白堊質（臺灣話稱白度）稍高，成熟期稻穗上穀粒在遭受連續梅雨時容易發芽，對白葉枯病及紋枯病等病害不具抗性，對飛蝨類等蟲害之抗性亦較差。

三、新品種特性

「臺農七十一號」的節間色為綠色，穀粒沒有芒，柱頭為白色，稃色在生育期為淡綠色，成熟期轉變成淡黃色，稃尖色在抽穗期及成熟期均為稻草色。在第一期作的全生育日數平均為118天，株高平均為99公分，穗數平均有17穗，一穗穎花數平均有74個，稔實率平均79%，千粒重平均25公克；在第二期作，全生育日數平均為104天，株高平均為98.4公分，穗數平均有15穗，一穗穎花數平均有76個，稔實率平均76%，千粒重平均24公克。雖然每穗粒數只有約75粒，但其分蘗數多，而且穀粒大，所以其稻穀產量表現不錯。

「臺農七十一號」的米粒長寬比在3.0以下，屬短粒型；一般稻米的透明度為3.0，新品種之透明度平均為3.1，白堊質平均為0.1，表示其米粒透明度佳，可謂晶瑩剔透，有如其母親「絹光」；糙米碾製率平均82%，完整米率平均為69%，碾米品質方面雖不突出，但亦有水準的表現。在成分特性上，糊化溫度低，所以新品種煮飯時間較短，而且煮飯用水較少；直鏈性澱粉含量約20%，屬低直鏈性澱粉品種，蛋白質含量約7%，白米澱粉膠體性質軟，很適合國人對米飯的要求；米飯的食用品質評定上，若以產自埤頭地區的良質米品種「臺稉九號」作比較，可以發現新品種在米粒的外觀及香味上，較「臺稉九號」佳，在口味、黏性及硬性的表現則相同，綜合總評的結果亦相同，印證「臺農七十一號」的米飯食味及口感的確俱佳外，更具有國人普遍都能接受而「臺稉九號」沒有的香味特質，著實是一極具特色的品種。

稻穀產量之表現是每一個新品種首先要被衡量的要素，在「臺農七十一號」的選育過程中，曾於桃園縣新屋鄉、彰化縣大村鄉、嘉義縣鹿草鄉、屏東市、臺東市、花蓮縣吉安鄉及宜蘭縣三星鄉等七個地點進行兩年四個期作的區域試驗，第一期作平均為5,319公斤/公頃，而產量達5,000公斤/公頃以上者分別有桃園、彰化、嘉義及屏東等地

區，其中又以在屏東地區表現最突出，達7,014公斤/公頃；第二期作平均為4,199公斤/公頃，但達5,000公斤/公頃以上者有桃園及台東地區。

「臺農七十一號」在栽種期間對非生物性破壞所具有的抵抗能力表現上，對倒伏的抗性指數平均5.0，屬於斜的等級，因是項檢定是在重氮肥處理下進行，所以在重氮肥下其對倒伏的抵抗性較差，容易發生倒伏；第一期作插秧後秧苗期對寒流的抵抗性平均為2.0，第二期作抽穗時期遭受寒流之抵抗性平均為2.5，反應等級皆屬於抗，表示其具有優異的耐寒能力，在正常栽培條件下發生寒害之機率不大；將成熟的穗置於高溫高濕下進行穗上發芽性檢定，平均值為7.7，表示其穀粒之休眠性偏低，若遭遇連續多日下雨加以高溫催化，可能容易引發穗上發芽，而水稻栽培在第一期作很容易遭遇梅雨及颱風引入之豐沛雨量的侵襲，引發穗上發芽是水稻栽培長久面臨的問題，唯有利用生育時期之調節，期使成熟期避開此一階段，方可減輕災害；穀粒脫離穗軸的難易稱為脫粒性，「臺農七十一號」的脫粒性屬於中等，很適合現行的收割機器進行操作。

• 農藝作物 •

而對於生物性的破壞則具有廣泛而持久的抵抗性。稻熱病是長久以來台灣水稻最重要的防治病害，「臺農七十一號」對葉稻熱病具有中等抵抗性，對穗稻熱病的抵抗性較差呈中感，綜合而言其對稻熱病具有不錯的抵抗性，應可減輕對此病害藥物防治上的依賴。白葉枯病是近年來水稻病害防治上最感頭疼的病害，尤其是在颱風過後或第二期作的東北季風吹襲以後，雖然本品種之父母本對白葉枯病之抗性均不理想，然而以白葉枯病的分離菌株進行田間接種檢定上卻有不錯的抗性表現，第一期作對XF-81菌株之抗性平均呈感等級反應，第二期作對XF-81菌株之抗性平均呈中感等級反應，對XM-42菌株平均呈中感反應，雖然呈現的抗性不強，但對現今到處肆虐的白葉枯病的防治，相信會有所助益。對紋枯病之抵抗性在兩期作平均都呈感等級反應，而且三年六次的檢定資料都呈感等級反應以上，因在栽培稻中尚未找到對紋枯病具有抗性的的種原存在，因此「臺農七十一號」對紋枯病的抵抗性可能是一種避病的結果。「臺農七十一號」的稻稈較細小，不利螟蟲類進入，對二化螟蟲的抗性檢定平均呈中感等級反應，而且三年之檢

定資料都呈中感等級反應以上，表示其對二化螟蟲之抗性表現穩定；對斑飛蝨的抗性檢定平均為中抗等級反應，但對褐飛蝨則不具抗性表現。

四、新品種優點

㈠具有芋頭香味、米粒外觀優良、米飯黏彈性佳(Q)

在國際稻米市場上，香米的價格比一般稻米高許多，但這些香米都是長粒的秈型稻，例如「Basmati」(產自巴基斯坦及印度)及「Jasmine」(產自泰國)，不但比較不適合臺灣多數人的口味，而且它的香氣也較不受多數人接受。「臺農七十一號」的糙米及白米都具有類似芋頭的香味，濃郁宜人，與上述兩品種不同，普遍被國人喜愛，且其千粒重約26公克，穀粒大而飽滿，糙米外觀良好，米粒透明度佳，無白堊質粒(無心腹背白)，食用品質與產自良質米產區之良質米推薦品種「臺稉九號」的米飯品質不分軒輊。相信是一個具有商業生產潛能的良質米品種。

㈡苗期育苗時間短

在一般的育苗箱中，與「臺農六十七號」比較，「臺農七十一號」的稻穀發芽性整齊而一致，在秧苗期之生長勢強，平均可提早5天移植。

㈢需氮肥量低且較中晚熟品種早熟

以不同氮肥施用量進行栽培試驗，發現「臺農七十一號」在每公頃氮肥施用量80公斤時，其稻穀產量就有不錯的表現，隨氮肥用量的增加，稻穀產量的增產並沒有相對效益；而其全生育日數比中晚熟品種平均提早一星期，在複種指數高之地區，可增加農時調配的彈性空間，而對栽種兩個期作的田區，可使農田休耕的時間拉長，凡此均對農田生態環境之保育提供一定程度之影響。以農業生產生態自然化的觀點衡量，是一符合要求並值得推廣的品種。

㈣稻穀產量穩定及病蟲害之抵抗性表現佳

由四個期作七個地點的稉稻區域試驗來探討稻穀產量在地區的表現，結果顯示「臺農七十一號」具有良好的穩定性。而且其對葉稻熱病、斑飛蝨及二化螟蟲具有中等而且持久之抵抗性，在推廣大面積栽植後，可減輕對藥物防治的依賴。

㈤具耐寒性佳

在秧苗期及抽穗期都具有優異之耐寒能力，在臺灣地區正常栽培條件下發生寒害之機率不大。

五、新品種缺點

㈠重氮肥下抗倒伏性較差及穀粒休眠性較低

「臺農七十一號」之穀粒較大，而且具有日本良質米品種稻稈柔軟之特性，在每公頃施氮量200公斤下，其植株容易發生傾斜，因此在栽種時切記勿施用過多氮肥，尤其是在生育後期。穀粒的休眠性較低，在遭遇連續多日雨水的浸泡，容易引發穗上發芽，尤其以第一期作為甚。

㈡對部份病蟲害之抗性較差

「臺農七十一號」對褐飛蝨、白背飛蝨等蟲害及縞葉枯病之抵抗性較差，在栽培時應注意防治。

六、栽培要點及注意事項

㈠「臺農七十一號」之全生育日數較中晚熟品種提早約7天，栽培管理方式請按早熟稻之模式，進行肥料與水份管理。

㈡「臺農七十一號」之莖桿較柔軟，在重氮肥下容易發生倒伏，由氮肥施用量試驗資料，建議以80公斤/公頃氮素為佳。在栽培管理方面，在種植前確實進行土壤分析，瞭解土壤中重要成分含量，作為施肥之參考，避免施用過多氮肥；並於幼穗分化初期適量增施鉀肥。在水分管理方面，能依稻株生育各階段之需水狀況確實做好水份管理，並於生育中期落實曬田工作，以增強稻稈強度；另在播種或移植時勿過密，而且儘可能採南北向種植，促使田間通風與日照良好，同時徹底防制病蟲害發生。

㈢「臺農七十一號」之穀粒大、稻米品質佳且稻穀產量具穩定性，在苗期或成株期都具有耐寒能力，很適合第二期作所有的水稻栽培區域推廣栽培；另，本品種穗上發芽性稍強，在收穫期間絕不可遭逢連續雨水，因此，第一期作除建議在高屏地區推廣栽種外，其他地區不鼓勵；但其較一般中晚熟品種早熟，栽種農時有較大的彈性空間，若該地區能調整栽培時期，避開收穫期間梅雨的危害，也可以栽培。

㈣「臺農七十一號」對褐飛蝨的抵抗性較差，栽培時應注意各地區之水稻病蟲害預測情報，以及田間實際危害情形，給予適時、適藥、適量及適位的防治。

㈤「臺農七十一號」的香味具揮發性，為確保香味，收穫作業宜適時，乾燥過程不宜過速與過度，建議採三段變溫烘乾方式進行作業，剛收穫之稻穀置於循環式烘乾箱中，先以定溫攝氏55度進行烘乾，待穀粒含水量降至20%時，調降至定溫攝氏50度，待穀粒含水量降至16%時，再調降至定溫攝氏47度，直至稻穀水分維持在14.5-15 %之間。長期儲存時應置於低溫冷藏倉庫，或通風良好的冷涼環境，避免儲存於高溫之環境，以確保本品種之香味與食用品質。

㈥為免影響米質，收穫前勿過早斷水，最適當之斷水時間約為收穫前7天左右。

七、結　語

「臺農七十一號」集受國人歡迎之芋頭香味、晶瑩剔透之米粒外觀及良佳之米飯黏彈性於一身，不但使本土產的稻米品質向前邁進大步，更使得吾人對未來品種的選育與栽種有新的想法，在因應加入「世界貿易組織」後的嚴重衝擊時，本土生產具有特別性狀品種的推出，對消費者方面，希望能樹立本土生產稻米的品牌，建立消費者對本土稻米品質的信心與消費向心力；對生產者方面，雖然農民對為追求高產增施氮肥對於農業生態造成很大的負擔的觀念都能接受，然而要其改變長久習性則不容易，「臺農七十一號」之莖桿較柔軟，在重氮肥下容易發生倒伏的特性，等於強迫栽種稻農在施用氮肥時要重新思考。「臺農七十一號」在推廣上市後應可獲得大多數的消費者與農民之認同與青睞，將可成為臺灣地區另一個良質米推薦品種，對持續提昇臺灣地區的稻米品質，建立多元化米飯食味及增加農民的收益等，預期會有顯著的正面效果。

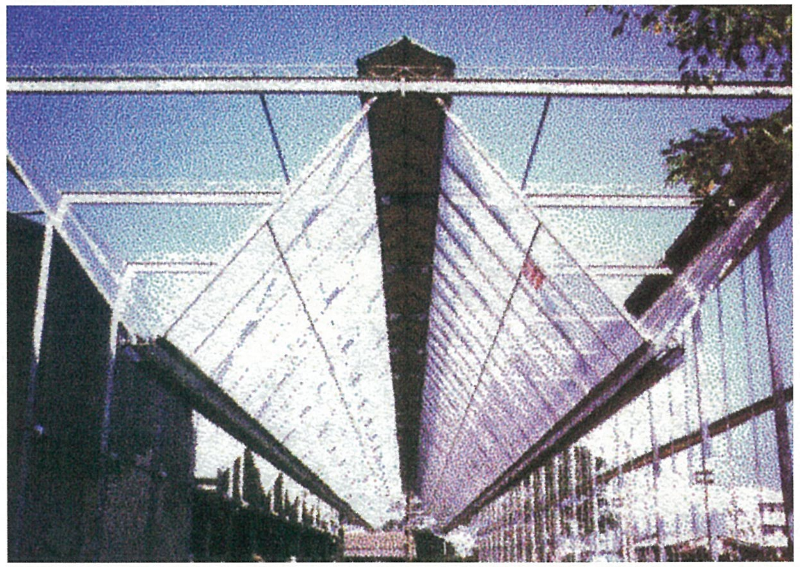
溫室設施之覆蓋資材的種類與特性（上）

◎農試所農工系　蔡金川、黃禮棟、漆匡時、姚銘輝

一、前　言

溫室設施最主要的構造是骨架與覆蓋資材兩大部份，後者（覆蓋資材）會影響溫室的光、熱（保溫、通氣等）、水份、濕度及機械等特性，若要選擇覆蓋資材，第一要件則要考慮其光學特性，此特性通常是表示波長別透過率（分光透過率），入射角別透過率以及散光率（透過光全量中的擴散光之比例）。這些光學特性受到外來的水滴、塵埃的附著或是紫外線、熱、外力等對資材（覆蓋資材）質變的影響而變化，使資材間接影響到光的透過率。其次是熱的特性裡，保溫性最爲重要，這主要是由於資材對長波輻射性質的影響所致。關於資材對於溫室內水分、濕度特性的影響，最重要是取決於資材的防曇性與防霧性。而現在具有通氣性的資材，如有孔PE、不織布、寒冷紗等。在溫室裡能有效防止白天溫度過高，同時對二氧化碳的室內外之進出能得到有效的控制。

溫室因有資材的覆蓋才構成內外部的氣象環境的差異。其目的則不外乎要造成適當的環境給作物良好的生育，即資材的覆蓋方法、種類與特性之瞭解，對於溫室設施的構造或其環境的調節具有莫大的重要性。這次僅向各位介紹後兩者（種類、特性），以供溫室設施的栽培或研究者參考。



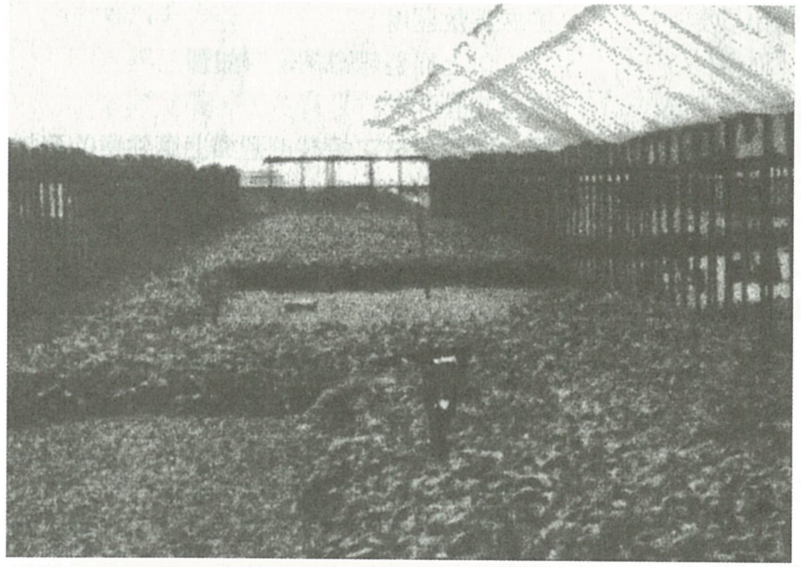
圖一、新研發之開放式W型溫室栽培設施

作者：蔡副研究員金川
聯絡電話：04-23302301轉710

二、覆蓋資材之種類

溫室的覆蓋資材從用途方面的分類，分爲外裝資材與內裝資材二種。外裝資材以家屋而言，相當於使用在外壁部份，是溫室的必須構造的一部份。如圖一新研發之開放式W型溫室栽培設施，其屋頂屬於外裝資材爲覆蓋資材之PO系特殊薄膜（厚度0.1mm）之一種。內裝資材是使用在窗簾或內部隧道，乃爲了栽培所需的一種內部裝備。如圖二傳統式塑膠布溫室栽培設施，內部上方裝有白色紗網之覆蓋資材屬於內裝資材爲農用PVC（10％遮光），夏天可減低光強，使莧菜纖維降低，葉桿柔軟適合我國民之可口性，即滿足消費者的需求，對人體是否營養有待研究。

又，由覆蓋資材的原材料觀點而言，可分爲玻璃，塑膠（plastic）類，植物纖維三種類。



圖二、傳統式塑膠布溫室栽培設施

玻璃亦有許多種類，溫室覆蓋資材主要是使用普通板玻璃，極少數是使用中間具有空氣層的複層板玻璃。

塑膠類又分爲，軟質薄膜（film），硬質薄膜，硬質板不織布之外還有纖維資材、寒冷紗、網類等。

薄膜的硬軟之區分是農業用氯化（乙烯薄膜）原料裡所含可塑劑（柔軟性製品，彈性爲目的添加樹脂成液狀或是固體狀的物質）的比例而異，因製造者的不同多多少少會有差異，可塑劑的比例大致20％以上的爲軟質，15％以下的是硬質。中間的稱爲半硬質，目前覆蓋資材市場並無商品。

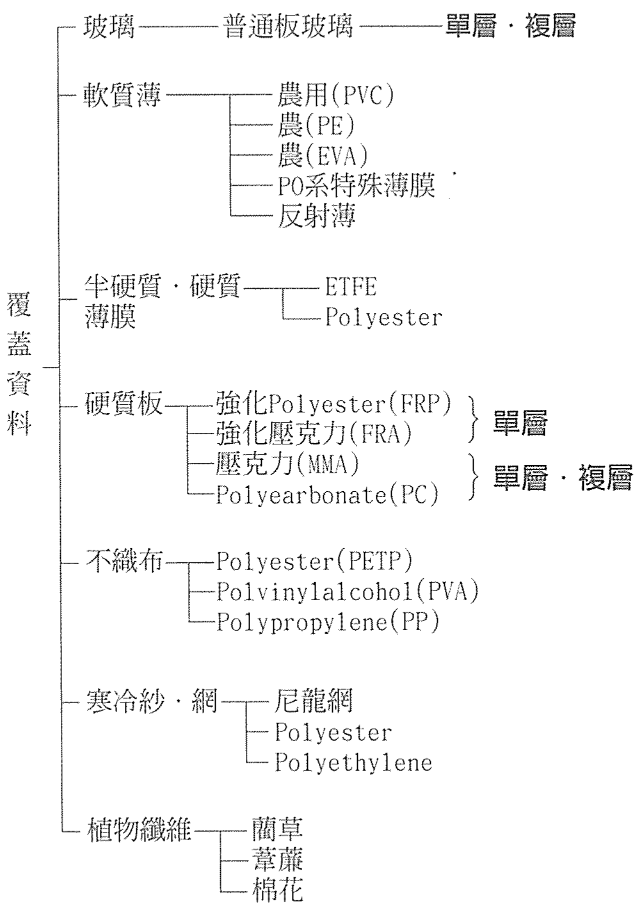
這種軟硬之別，本來在農業應用有其區別，但現在不含可塑劑的農業用聚乙烯薄膜等，亦稱爲軟質薄膜。

軟質薄膜裡，日本使用最多的是農業用氯化乙烯薄膜（略稱：農用PVC），其次是農業用聚乙烯薄膜（略稱：農PE）以及農業用乙烯醋酸 Vinyl 的複合薄膜（略稱：農EVA），或是聚乙烯，及乙烯醋酸Vinyl複合薄膜呈現積層，或是這兩者重合成爲多層構造之PO系特殊薄膜。此外內部佈置專用的，對光或熱的反射率有特別高的反射之薄膜，反射薄膜是鋁粉利用塑膠膜與鋁鉑拔合塑膠布二大類，前者是聚乙烯並拔入鋁粉末之複層構造的銀色膜之外，聚乙烯或是PVC中混入鋁粉之一層構造的鋁混煉薄膜。後者

是polyester或polypropylene等比較硬的樹脂混嵌入鋁粉。

硬質膜則爲經由二軸展延的polyester，或乙稀、氟素同時合成的膜。此所說的二軸展延是使材料的縱方向橫方向之強度均勻，而且使提高其他的物性，於成型時行縱橫兩方向的展延。

硬質板是指厚度0.45～1.7mm的塑造板，有波浪板和平面板及二平板之間含有空氣層的複層板。又可分爲玻璃纖維強化的板與不含玻璃纖維的板。玻璃纖維強化的，有強化的polyester（FRP）與強化acrylic（FRA）二種，不含者有壓克力（acrylic MMA）與polycarbonate（PC），而後兩者都有複層板。



圖三、由原材料作覆蓋資材的分類

以上有玻璃，硬質板、硬質薄膜是專用於外裝置的資材，除反射薄膜外，軟質薄膜可用爲外、內裝置兩用的。

同樣的塑膠系資材，不織布是polyeaster，vinylon，polypropylene以熱硬化性樹脂所接合的布狀產品。又，以polyvinyl alcohol行延伸，切割的網狀編製成的割纖維資材（簡稱：PVA）與不織布都是可用於內部佈置的資材。

塑膠系資材，有寒冷紗、網狀紗。寒冷紗是vinylon，polyester，acrylic纖維所織成的，網狀物是polyethylene用的塑膠膜線所編織而成的，有平編織、空身編織等種類。溫室用主要是遮光用的內部佈置資材。

利用植物纖維的覆蓋資材有藺草、葦簾等。從前當爲保溫用資材，覆蓋在溫室外壁面，內部的隧道，最近幾乎不被使用。而最近以棉爲原料製成的不織布，於市面上販賣的做爲敷蓋用。

以上經整理歸納，有如圖三。

三、覆蓋資材之特性—選擇上應注意的資材特性(一)

覆蓋資材每種類具有各種的特色，吾輩只按實際的需要留意其特性來選擇。在此，不以資材別特性並列式來說明，而是以上述的觀點，分成外部裝置、內部裝置作爲說明。

㈠外裝資材之特性

外部用的資材所需求的特性，包括光學的特性、熱的特性，水、濕度的特性、機械的特性、耐候性等，其選擇要針對各種各樣的設施種類或經濟性作斟酌，並要考量使用的目的予以選擇。

1.光學的特性：選擇外裝置資材，特別有密切關係的光學的特性，可舉出光透過率與散光率。

(1)光透過率

光透過率，是資材面入射的光量裡透過多少的比例。一般目錄所記載的資材之光透過率，是表示日射裡可視光線的透過率(平行光線直角照射於資材時的透過率)，除了極少部份的資材之外，約90%的資材間無多大差異。

日射的波長別，分爲紫外部、可視部、紅外部。尚且，一般光合成所用的領域爲光合成有效波長範圍(400～700nm)」，這大致上與可視部相同，且多以可視部作代表。而1nm=10^{-6}mm=0.000001mm=10^{-9}m。

可視部或光合成有效波長範圍的透過率資材間並無多大差異，而紫外部的透過率資材間卻有不同的差異，甚至於同樣資材，因加上紫外線吸收劑的種類與量的不同而有很大差別。

其部份情況如圖四所示。

參考此圖，而各種資材的紫外線透過率的特性概況如下所述。

玻璃是紫外線的良透明體，其特性與農用PVC類似。

硬質板裡MMA或FRA是紫外線容易透過，FRP或PC則不能透過。又MMA或PC的複層板，不只紫外線，可視光線透過率也比單層的略爲降低。

硬質膜也有紫外線透過或不透過之分。

軟質膜裡，農用PE、農用EVA具有紫外線極高透過率的特徵。農用PVC則比較低些而與前述的玻璃大致相同。又農用PVC的紫外線透過率，因不同的品牌都會有若干的差異，這務必小心。

(2)散光率

指光通過資材時所形成的散光發生的比率稱爲擴散率。此比率愈高的資材，於溫室內的光、溫度分佈不均一性的情況較少。

一般資材的透明性愈良好，其散光率會有較小的傾向，以玻璃或硬質板比較的話，玻璃或MMA較小，而FPR．FRA較大。但是複層板如MMA以其散光率高幾乎可與FRA作匹敵。

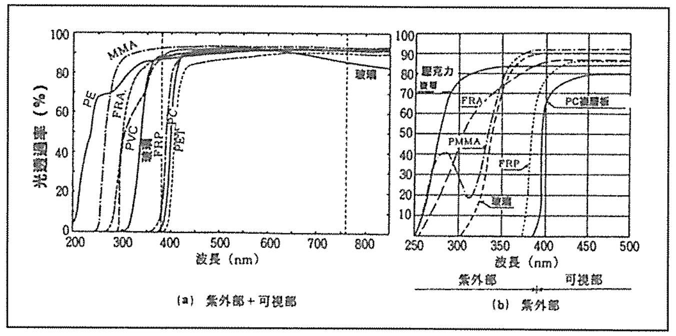
有關軟質膜，資材間的透明度幾乎無差異，而散光率卻與玻璃同樣極小。

2.熱的特性：熱的特性裡，保溫性最爲重要，並且有必要考慮其通氣性。

(1)保溫性

保溫性是指溫室具有保溫的能力，因資材種類的不同，保溫性其也有差異的，主要是由於對長波輻射性質的差異所致。

這裡，所指的長波輻射是地球上的常溫下物體放射的熱線，其波長範圍約3,000～30,000nm。因此，說是日射的最長波部份不如說波長較長的。相對於這種長波輻射，日射也含有短波輻射。



圖四、各種資材的分光透過率

再者，對於資材的長波軸射特性，不僅是透過而已，吸收、反射性能亦很重要。通常認爲某種資材是長波軸射的透過率低的話，則保溫性良好，這種說法是錯誤的。譬如玻璃的透過率是零的話，反射率只有5%，大部份的95% 被吸收。其吸收之熱線傳到外表面，而被放出，則玻璃只不過是可比喻爲長波軸射的暫時停車場而已。但是，夜間的冷卻不是無限的延續，因此這種暫時停車作用亦會多多少少提高資材的保溫性。

與這相反，反射率高的資材則保溫性良好。因此對於外裝置用資材的長波軸射特性，如表一所示，反射率幾乎無差異。

因此，由於長波軸射特性資材間的保溫性差異難於明瞭，資材保溫性的指標，不如採用熱貫流率爲好。熱貫流率是每單位時間．單位面積，內外表面的單位溫度差自高溫部向低溫部所流的熱量，通常以 kcal／m²hr℃的單位表示。

(2)通氣性

在溫室裡，熱的特性之通氣性幾乎不成問題，而以隧道資材別就變成重要的問題。

具有通氣性的資材，在隧道內能有效防止白天溫度過高，因地區或時期其利用效果有所不同。現在，其資材爲有孔PE，不織布，寒冷紗等。

表一、外裝置資材的長波放射特性（岡田）

資　材　名	吸收率（%）	透過率（%）	反射率（%）
農用PE（0.1mm厚）	15	75	10
農用EVA（0.1mm厚）	35	55	10
農用PVC（0.1mm厚）	65	25	10
硬質Polyester（0.1mm厚）	80	10	10
玻璃（0.1mm厚）	95	—	5
硬質板（MMA,FRA等）	90	—	10

各種資材熱貫流率的值，如表二所示，硬質複層板爲最優，其次是玻璃．硬質板（單層）＜農用PVC＜農用PE的順序。

表二、外裝置資材的熱貫流率

資　材　名	熱貫流率（kcal/m²hr℃）
玻璃	5.0
硬質板（單層）	5.0
硬質板（複層）*	2.5
農用PVC	5.5
農用PE	5.8

＊空氣層的厚度限於10～20mm

利用葉綠素含量估測田間水稻生長之可行性

◎農試所農藝系　楊純明、李裕娟

葉綠素，是構成綠色植物植體顏色的主要色素，是人類重要的營養來源，也是帶動植物生長的幕後推手。除此之外，葉綠素是否隱藏提高農作物生產的超級祕密，成爲提供人們解開增進糧食途徑的鎖鑰？ 本文將從葉綠素含量與田間水稻生長關係，嘗試告訴你這自然界的天大機密。

一、前　言

葉綠素是綠色植物行光合作用的能量工廠，它截取光照當中可見光波段(400-740 nm)的能量，提供固定大氣中二氧化碳所必需的推動能源。在高等植物裏，以葉綠素a及葉綠素b爲細胞葉綠體最主要的工作色素，不僅因爲含量最多，亦因爲活力最旺盛。從研究文獻經常可以找到有關葉綠素含量與光合作用率關係的報告，一般言高葉綠素含量吸收較多光能，在較高光照環境下愈能促進光合作用的進行。另一方面植體葉綠素含量(或濃度)較多者，也反應出處於較高氮素含量(或濃度)狀態，由於氮素含量與光合作用率之密切相關而再間接支持高葉綠素含量有助於光合成的例證。據此推測，在各方條件皆能配合之下，生育期間具有高葉綠素含量之植物，其生長將較具活力而獲得較高生長量，甚至可能有助於植物的生產。

在水稻研究上，葉綠素含量被發現與葉片及莖稈之氮素呈現正相關，然而尚未有人證明葉綠素含量與植體生質量(以鮮重或乾重表示)之間是否存在關係。倘若證據顯示葉綠素含量確實與植體生質量存有正相關，則生育期間維持較高葉綠素含量植株必然具有較佳生長表現，而獲得正面的生產效應。作者遂進行水稻田間試驗，將葉片與地上部植體之葉綠素含量和鮮重的量測結果，利用回歸分析比較葉綠素含量與鮮重的關係，據以闡述利用葉綠素含量估測田間水稻生長之可行性。並探討藉用葉綠素含量作爲栽培管理工具之適用性。

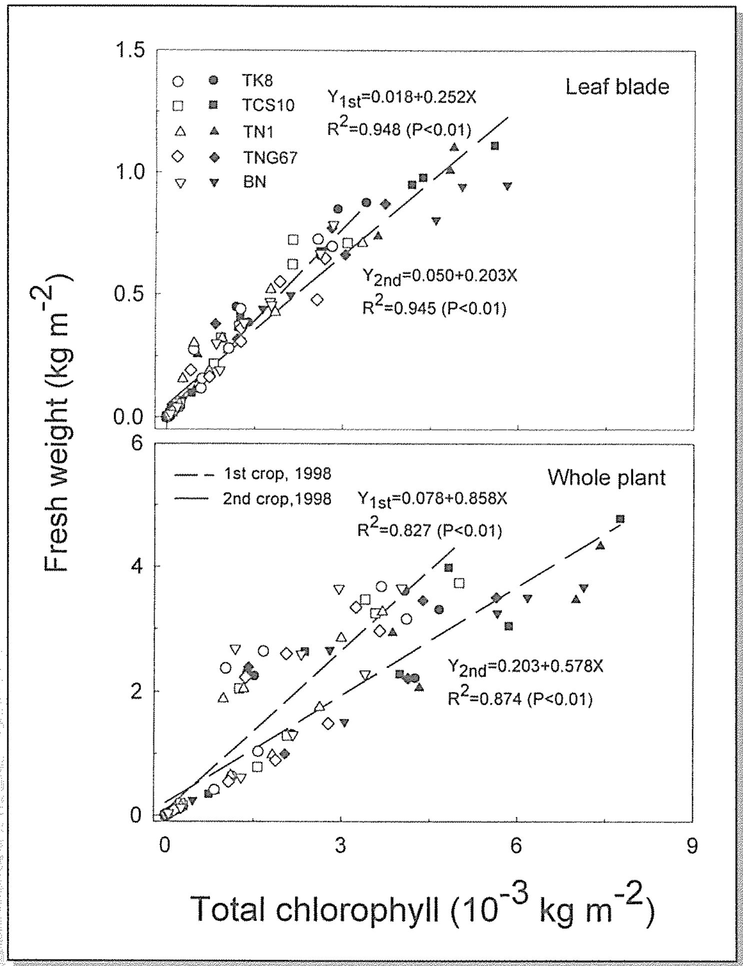
二、葉綠素含量與水稻生長

從田間水稻植株葉片及地上部之葉綠素總量之季節變化，發現無論葉片或地上部葉綠素總量在生長初期均甚低(葉綠素總量在每叢鮮重低於2mg)，隨著稻株生長逐漸的增加至抽穗前達頂點(高於340mg)，再隨著成熟老化遞減(低於53mg)。不同基因型水稻葉綠素總量差異甚大，而同基因型二期作稻株高於一期作稻株。由於葉綠素含量與氮素含量之緊密相關，說明了水稻生育期間存在相

作者：楊副研究員純明
聯絡電話：04-23302301轉135

對氮素含量的變化，可預期造成生育期間光合作作用速率及光合成量上的差異及季節變化。又由統計分析結果，葉綠素總量在一、二期作的季節變化適用於Gaussian函數，即葉綠素總量在水稻生育期間的變化曲線符合Gaussian函數之解釋，決定係數(R^2)超過0.89(資料未列出)。而在地上部葉綠素總量中，以葉片葉綠素最多，約占70%，即莖稈所含葉綠素遠低於葉片葉綠素含量，此亦驗證葉片部位是水稻植體最主要行光合作用的器官。

從試驗結果也發現，稻株葉片鮮重與地上部鮮重在一、二期作生育期間亦呈現類似於葉綠素總量之Gaussian函數曲線(資料未列出)，顯然的鮮重與葉綠素含量存在某種關係。經以回歸分析後，葉片及地上部之鮮重與葉綠素總量之間呈現直線相關(R^2>0.82)，可見葉綠素總量在兩期作均顯著影響鮮重的表現；葉綠素總量高者具有較大植體鮮重(圖一)。因此，稻株生長確實需要葉綠素提供的能量，並反應出植體生質量隨著葉綠素含量增加的現象，而維持生育期間較高葉綠



圖一、五種水稻基因型在1998年一期作及二期作植體（葉片與地上部）鮮重與總葉綠素含量之直線相關。實心符號為一期作測值，空心符號為二期作測值。

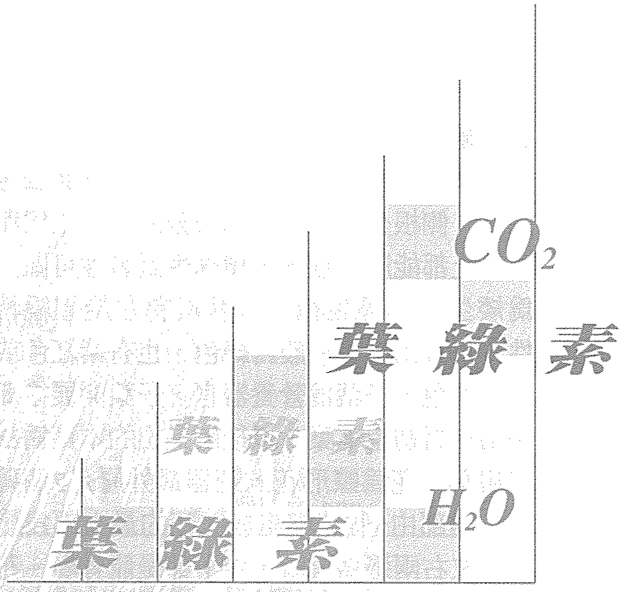
素含量確實有助於鮮重的累增。雖然整體趨勢是一致的，不同基因型之間仍然存在差異，這也顯示出增加葉綠素含量的基因潛力。

惟在相同的葉綠素總量下，一期作稻株具有較高的植體鮮重(圖一)，此一結果顯示一期作稻株之葉綠素具有較高的生質量生成效率，卻也隱示尚有其他因素決定葉綠素與植體鮮重之關係。在臺灣地區的生產環境，通常一期作生育期較二期作長，且一期作產量平均高於二期作產量。此一事實證諸於一期作稻株葉綠素之較高生質量生成效率及較長生育期，因此有助於稻株生長及最終產量。另在其他總體條件上一期作較二期作爲優，如營養生長期較長、生殖生長期光照強度及光期較適等。

三、結　語

綜合以上說明，證明稻株生長需要葉綠素的存在，葉綠素在生育期間的變化反應出稻株生長的季節起伏，而追蹤葉綠素的變化曲線將可估測稻株的生長表現。因此，欲獲得正常的水稻生育，應當維持適當的葉綠素含量。反之，任何維持葉綠素含量的措施，將協助水稻保持常態的生長，進而助益於產量的穩定。從此一角度來看，吾人不但可以利用葉綠素含量估測田間水稻生長狀態(況)，復可藉著量測葉綠素含量作爲估測水稻生育表現的工具，經由葉綠素變動的量測彰顯出水稻生育期間栽培管理的良窳。在未來水稻精準農耕體系運作上，將可隨時量測稻株葉綠素含量，呈現氮素的需求及生長的表現，而即時施予必要的因應處置達到精準管理目的。

當然在眞正應用量測葉綠素含量於精準管理之前仍必須先進行以下工作，首要項目爲建立葉綠素含量與氮素含量的關係模式，以葉綠素含量直接估算植體氮素含量，俾使用於氮素的精準施用。其次選擇快速而準確的葉綠素量測方法，以獲得迅速便捷而值得信賴的葉綠素測值，目前可以採用葉綠素螢光測計(如Minolta SPAD-502型chlorophyll meter)或光譜遙測技術。最後，由於一、二期作存在氣象環境的差異，並因此造成稻株生理生化上的變異及呈現在光合作用效率與生質量生成上的不同，宜澄清各種影響因子效應，有必要分別建立各期作專用的模式。又爲區分葉綠素含量與生長之關係及高植體重量伴隨高葉綠素含量之差異，在實用時必須考量時間因素，以辨識因果。



菜豆遺傳資源

◎農試所園藝系　楊偉正、蕭吉雄

一、起　源

菜豆 (Snap bean) 學名(*Phaseolus vulgaris* L.)，屬菜豆屬(*Phaseiolus*)，除*phaseolus vulgaris*外，尙有三個栽培種，分別爲多花菜豆(*P. coccineus* L.)俗稱紅花菜豆；利馬菜豆(*P. lunatus* L.)和尖葉菜豆(*P. acutifolius* A. Gray)。菜豆爲一年生草本植物，染色體2n=2x=22，起源於中南美洲，16世紀初傳入歐洲，16-17世紀由西班牙人和葡萄牙人傳入非洲、印度和中國。目前，菜豆已普遍分佈於世界各地，栽培面積僅次於大豆，在台灣菜豆栽培面積約2,000公頃，主要栽培地區爲屏東縣、高雄縣和彰化縣等地。

二、植物性狀

菜豆根系發達，主根深入土中達80公分左右，側根分佈直徑有70公分左右，主根和側根上都能形成根瘤，植株生長習性可區分爲矮生種和蔓生種，莖蔓具有左旋纏繞特性，子葉出土，一般爲綠色，也有紫紅色或其他顏色，子葉爲營養器官，子葉開展後即長出一對初生本葉，以後所長出的本葉爲三出複葉。花爲蝶形花，花器最外層是2個萼片，內部由5個花瓣組成，花的最上部爲旗瓣，左右兩邊爲翼瓣，中下部是龍骨瓣。花蕊開放前，龍骨瓣包裹著雌、雄蕊，呈螺旋狀卷曲一圈以上，雄蕊共有10枚，其中9枚基部聯結在一起呈筒狀形，另一枚獨立分開，這種現象稱二體雄蕊，雌蕊先端扭轉呈環狀，花柱長，柱頭密生茸毛，自花授粉作物，天然雜交率低。果實爲莢果，對生，每一花序上可結莢2-8個，豆莢形狀、大小、顏色、長短等性狀依品種的不同而有很大的差別。種子由種皮、子葉和胚組成，不具胚乳，種子千粒重在200-700公克之間。

三、生長習性

菜豆爲暖季作物，耐寒性較弱，種子發芽適溫爲20-25℃，溫度低於10℃或高於40℃會抑制種子發芽，生育適溫爲15-25℃，溫度低於5℃時，葉色會由綠色轉變爲黃色，在35℃高溫下，花粉不稔性增加，導致落花、落莢數增多。菜豆屬短日性植物，但依品種的不同而有很大的差別，短日型品種在短日照條件下，花芽分化早，在長日照條件下，莖葉生長旺盛，矮生品種變成蔓生，花芽分化少，延遲開花結莢率低。目前多數栽培品種屬中間型，對日照長短要求不嚴格，然而對光照強度要求較嚴，生育期間光照需在20,000-25,000 luxs菜豆才能正常生育，光照過低，植株容易徒長，生長勢較弱，節間和側蔓數較少，容易造成落花和落莢，影響產量甚鉅。

作者：楊副研究員偉正
聯絡電話：04-23302301轉328

四、菜豆分類

菜豆之分類方法，依植株型態別區分，可分爲矮性，半蔓性和蔓性；依食用別區分，可分爲莢用類型和粒用類型；依組織成分區分，可分爲硬莢類型和軟莢類型；依背筋有無區分，可分爲有筋和無筋；依豆莢形狀和顏色區分，可分爲花莢品種群，圓棍莢品種群，肉豆角品種群，扁條莢品種群，黃莢品種群，和紫莢品種群。

五、遺傳資源

從美國農業部在FAO刊物所發表的世界豆科作物收集目錄中得知，目前世界各國種原庫所收集到的*Phaseolus*種原總計有44,504個品種(表一)，其中有些品種可能會重複登錄在各國種原庫裡。1976年國際熱帶農業中心(CIAT)開始進行*Phaseolus*種原的收集並進行各個種原的適應性、抗病性、抗蟲性、抗旱性、耐酸性、固氮能力和耐低磷酸性狀的研究及評估，以便提供菜豆育種家作爲進行

表一、世界各地種原庫所收集***Phaseolus***種原資料

Name of germplasm bank	Number of accessions
Centro Internacional de Agricultura Tropical (C.I.A.T), Cali, Colombia	14,567
United States Department of Agriculture (U.S.D.A), Pullman, USA	7,948
United State Department of Agriculture (U.S.D.A), Fort Collins, USA	4,944
University of Cambridge, U.K.	4,939
National Vegetable Research Station (N.V.R.S.), Wellesbourne, U.K	4,011
Thike Horticultural Station, Kenya	2,801
Research Centre for Agrobotany I.P.P.O., Tapioszele, Hungary	1,738
Centro Agronomico Tropical de Investigacion Ensenanza (C.A.T.I.E), Turrialba, Costa Rica	1,422
Regional Agricultural Research Institute, Izmir, Turkey	898
Institut fur Pflanzenbau und Pflanzenzuchtung Braunsweing, Federal Republic of Germany	557
Institute of plant Introduction and Genetic Resources, Sadovo, Bulgaria	370
Institute for fodder Crops (F.C.P.I.), Larissa, Greece	289

引自Genetic Resources of *Phaseolus* Beans, 1988。

各種菜豆育種材料，截至1985年共收集36,154個品種，其中屬菜豆(*phaseolus vulgaris*)及其原始野生種共有31,983種約佔88.5%，屬萊豆(*P. limensis*)或稱利馬豆(*P. lunatas*)及其原始野生種共有2,626種約佔7.3%，屬多花菜豆(*P. coccineus*)及其原始野生種共有1,274種約佔3.5%，屬尖葉菜豆(*P. acutifolius*)及其原始野生種共有184種約佔0.5%和未栽培的野生種87種約佔0.2%(表二)。這些種原中已有55%的品種完成繁殖，性狀調查和與世界各地交換。

菜豆屬共有56個種(Debouck, 1988.)，其中僅有4個栽培種，分別爲普通菜豆、紅花菜豆、利馬豆和尖葉菜豆。菜豆的近緣種有野生菜豆(*P. aboriginens*)，墨西哥野生菜豆(*P. vulgaris*)，角豆(*P. angularis*)，米豆(*P. calcaratus*)和曼氏菜豆(*P. metcalfei*)等5個野生種。野生菜豆具有抗低溫、抗炭疽病和菜豆嵌紋病毒病等特性；墨西哥野生菜豆爲分枝較多的攀緣作物，葉形爲披針形，葉片密生茸毛；角豆屬直立矮生種，具抗病性；米豆屬半蔓生種，具抗病性；曼氏菜豆爲多年生，對多種病害均具有抗性，爲抗病育種寶貴資源。利用菜豆種間雜交可以改良品種的抗病性、抗蟲性、抗逆境性、莢果性狀和種子性狀等，然而不同菜豆種進行種間雜交會出現不親和性，雜種胚的崩潰，雜交後代的不稔性或雜交後代幼苗生長發育不正常等現象，因此，育種家爲了利用種間雜交將已存在其他種間的重要經濟性狀基因轉移到栽培品種中，以育成抗病蟲害或抗逆境等優良新品種，必需藉助胚培養，生長素或其他化學藥品的處理，促使染色體減數分裂正常，延長著果莢日數，適當養份的供應及抑制物質的減少等，以促進胚的發育。

表二、國際熱帶農業中心(**CIAT**)保存菜豆種原資料

Species	Number of accessions
Phaseolus vulgaris	31,619
P. vulgaris wild ancestors	364
Phaseolus lunatus	2,563
P. lunatus wild ancestors	63
Phaseolus coccineus subsp. *coccineus*	792
Phaseolus coccineus subsp. *polyanthus*	415
P. coccineus wild ancestors	67
Phaseolus acutifolius	134
P. acutifolius wild ancestors	50
Wild noncultivated	87
Total	36,154

引自Genetic Resources of *Phaseolus* Beans, 1988。

六、菜豆抗病蟲種原及其遺傳基因

菜豆主要病害有銹病(rust)、炭疽病(anthracnose)、白絹病(stem rot)、角斑病(angular leaf spot)、根腐病(root rot)、和病毒

表三、菜豆之抗病種原及其遺傳基因

Diseases	Pathogens	Sources of resistance	Genetic
Bean rust	*Uromyces appendiculatus*	PR-190, 8BP-3, Resisto, BPSR-130	one or more dominant independent or epistat-icgene
Bean common mosaic virus	Virus	Pinto UI 114, Great northern 31, IVT 7214	Monogenic do-minant (I), rece-ssive gene (bc-u, bc-1, bc-2, bc-3)
Curly top virus	Virus	Apollo, Goldcrop, Blue Mountain,Wondergreen	-----
Bean golden mosaic virus	Virus	A 427, A 429, DOR 303, DOR 364, DOR 476, Porrillo	-----
Bacterial blight	*Xanthomonas Campestris* pv. *Phaseoli*	Tara, Jules, A 8-40, XAN 159, XR-235-1-1, PI 207262	Single dominant gene
Halo blight	*Pseudomonas syringae* pv. *Phaseolicola PI 150414, V 4604,*	Red Mexican U I 3, Red Mexican U.I 35, G 2829, G 11766, G 12592	one or two complemen-tary dominant or reces-sive genes
Anthracnose	*Colletotrichum linde-muthianum*	8BP-3, A 322, A 252, G 4032, Mexico 222, Cornell 49-242	Are gene
Angular leaf spot	*Phaeoisariopsis griseola*	Alabama No. 1, Small White	dominant or recessive major gene
Fusarium root rot	*Fusarium solani* Wr. f. sp. *Phaseoli*	PI 203958	-----
White mold	*Sclerotimia sclerotio-rum*	PI 271999, BTS 16, Florida 72, PI 821860	-----
Bacterial spot	*Xanthomonas flaccum-faciensi*	PI 207262, PI 313343 PI 282086	-----
Root rot	Physium	RRR-36, RRR-46	-----

病(viruses)等。重要蟲害有蚜蟲(aphis)、潛蠅(miner)、豆螟(borer)等。菜豆的抗病性、抗蟲性為可遺傳的特性，故藉由雜交育種，將抗病性、抗蟲性加入或轉移至新的品種中，可減輕或減少菜豆栽培時，遭受病原菌或害蟲的感染所造成的損失。病原菌，作物本身的抗感性和栽培環境為病害發生的主要因素，三者缺一，則病害不會發生。抗病品種則是對病原菌的感染，具有抗病性或耐病性，換言之，抗病品種在容易發病的栽培環境下或受到病原菌感染時，作物本身不會發病或輕微發病，但不會影響產量、品質和生長勢。菜豆之抗蟲育種方法與抗病育種相似，菜豆的抗蟲性機制可分三類，(1)抗棲性：即昆蟲不以該菜豆品種作為寄主，(2)抗生性：即該菜豆品種可使取食昆蟲產生不良影響，和(3)忍受性：即該菜豆品種在受相當數量害蟲取食、棲息時，有能力去承受昆蟲的為害。菜豆的抗蟲育種係利用菜豆對昆蟲的防衛性進行抗蟲性品種改良，因此，進行菜豆抗病或抗蟲育種時，應需了解菜豆抗病或抗蟲的之遺傳性及其控制基因的顯隱性等，茲將菜豆之抗病種原、抗病性遺傳基因和抗蟲種原分別列出於表三、表四，以供菜豆抗病或抗蟲害育種者參考。

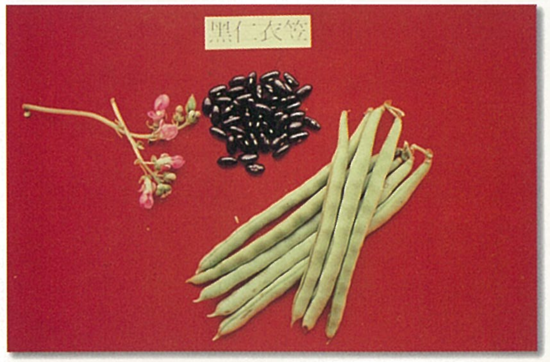
表四、菜豆之抗蟲種原

Common name	Scientific name	Sources of resistance
Leafhoppers	*Empoasa kraemeri*	EMP 124, EMP125
Bean pod weevil	*Apion godmani,* *Apion aurichalceum*	Negro 150(G 5767), Pinto 168, Amarillo 154 (G 3982), Amarillo 160, Mexico 1290 (G11506), De Celaya (G 13614), G3578, G8142
Bean weevil	*Acanthoscelides obtectus*	G 11051, G 12858, G 12952
Mexican bean weevil	*Zabrotes subfasciatus*	G 11051, G 12858, G 12952

菜豆種原

菜豆種原之一──矮性品種（陳甘澍提供）

菜豆種原之二─虎豆（楊偉正提供）



菜豆種原之三─黑仁衣笠（郭俊毅提供）

菜豆種原之四─粉豆（郭俊毅提供）

菜豆種原之五─泰國紅骨（郭俊毅提供）

菜豆台中一號（郭俊毅提供）